Neue Sicht der Raumakustik

Autor(en): **Baer-Loy, Thomas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 45

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73784

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Neue Sicht in der Raumakustik

Von **Thomas Baer-Loy**, Dübendorf

Die Ausgangslage

Der Raumakustiker sieht sich zwei grundverschiedenen praktischen Aufgabenbereichen gegenübergestellt. In der heutigen stark technisierten Welt ist die Lärmbekämpfung zur vordringlichen Aufgabe geworden, zu deren Lösung die raumakustische Forschung wertvolle Erkenntnisse zutage gefördert hat. Dieser Bereich umfasst die Dämpfung der unerwünschten Schallimmissionen verschiedener Herkunft auf ein erträgliches Mass. Wenn in den folgenden Darlegungen von Raumakustik die Rede sein wird, so betrifft dies ausschliesslich den anderen Problemkreis, in dem es umgekehrt die Verstärkung und auch Veredelung von erwünschten Schallereignissen allein durch die richtige Raumgestaltung ohne Beizug elektroakustischer Hilfsmittel zu erreichen gilt.

Überraschenderweise ist es bisher trotz umfangreicher Forschung und ausgezeichneter Untersuchungsmethoden nicht möglich geworden, dem Architekten die notwendigen Unterlagen und Richtlinien zur Verfügung zu stellen in Hinsicht auf die Gestaltung raumakustischer Lösungen, wie sie die musikalische Praxis fordert. Wir stehen darum vor der Tatsache, dass es noch nicht gelungen ist, in moderner Bauweise die entsprechenden Leistungen früherer Zeiten qualitativ zu erreichen. In der Gegenwart reiht sich vor allem bei Konzert-, Opern- und Theaterbauten, aber auch bei Hörsälen und Mehrzweckräumen weltweit eine Fehlleistung an die andere. In der Musikwelt ist man sich dessen durchaus bewusst und fügt sich in das anscheinend unvermeidliche Schicksal. Im übrigen hat man sich schon derart an ungenügende Akustik gewöhnt, dass man kaum mehr weiss, was eine gute Akustik bietet. Der Grund für diese erstaunliche Situation liegt in der komplexen, interdisziplinären Natur des raumakustischen Geschehens als Ganzes, wobei die bisherige Forschung jenen Teil des Hörvorganges, der subjektiv und darum mathematisch nicht fassbar ist, um der wissenschaftlichen Genauigkeit willen ausser acht lassen musste. Und doch stellt die besondere Funktionsweise des Ohres in Verbindung mit der Bewusstseinswerdung im Gehirn den entscheidenden Punkt im Gesamtgeschehen dar.

Diese Sachlage führte zu Missverständnissen zwischen Musikern und Akustikern, weil sie zwei ganz verschiedene Dinge vor Augen haben. Der Akustiker spricht vom Schallgeschehen im physikalischen Raum, der Musiker dagegen von dessen Transformation in eine Empfindung. Beides ist real, auch wenn sie im Widerspruch zueinander zu stehen scheinen. Das bedeutet praktisch, dass unser Ohr das physikalische Geschehen der Schallwellen im Raum ganz anders in unser Bewusstsein überträgt, als die Ergebnisse der bisherigen Messungen annehmen lassen. Da unsere Schallempfindung für uns unwiderruflich die Wirklichkeit darstellt, können jene erkenntnistheoretisch wohl von grossem Wert sein, dagegen nicht allein als Grundlage für die Gestaltung von Räumen dienen, an die hohe akustische Anforderungen gestellt werden müssen. Es ist der Zweck dieser Ausführungen, die entscheidenden Zusammenhänge zwischen der Funktionsweise des Ohres und dem physikalischen Ablauf im Raum in groben Zügen klarzumachen und vor allem dem projektierenden Architekten die grundlegenden Richtlinien für eine raumakustisch richtige Planung aufzuzeigen.

Das primäre Schallfeld, Angelpunkt zwischen physikalischem Geschehen und Hörvorgang

Der grundsätzliche Unterschied zwischen elektroakustischer Registrierung von Schall und derjenigen durch das Ohr liegt darin, dass jene die im einzelnen Moment eintreffende Schallenergie wiedergibt, das Ohr dagegen entsprechend seiner funktionell bedingten Integrationszeit von ungefähr einer Zehntelssekunde die in diesem Zeitraum als Reflexionsschall eintreffende Schallenergie mit dem Direktschall summiert ins Bewusstsein überträgt. Damit erhält der Reflexionsschall in bezug auf die Gehörsempfindung eine viel grössere Bedeutung, als man ihm bisher beigemessen hat. Man höre sich zum Beispiel ein Pianissimo einer Geige im Freien in 30 m Entfernung an (kaum mehr hörbar) und vergleiche dann den Gehörseindruck desselben in gleicher Distanz in einem raumakustisch guten Raum. Ohne die Fähigkeit des Ohres zur Summierung der vielen Reflexionen, hervorgerufen durch die Raumbegrenzungsflächen in einem richtig gestalteten Raum, würden wir ganz wesentlich schlechter hören, und wir haben allen Grund, diesen Raffeffekt als höchst geniale Massnahme der Natur zu betrachten. Dies erfährt der ältere, schon etwas schwerhörig gewordene Mensch in einem trockenen, reflexionsarmen Raum, wo er oft Mühe hat, das gesprochene Wort auch auf verhältnismässig kurze Distanzen zu verstehen, wogegen er in guten raumakustischen Verhältnissen zu seiner eigenen Überraschung feststellen kann, wie gut er doch noch hört.

Die ausserordentliche Bedeutung des Reflexionsschalles zeigt sich vor allem darin, dass die Schallenergieverteilung, wie sie das Ohr wahrnimmt, d.h. die Hörsamkeit an den verschiedenen Stellen des Raumes auf Grund der Untersuchungen sich ausschliesslich als Funktion des Reflexionsschalles erwiesen hat. Damit drängt sich auf, das Reflexionsschallfeld, das sich während der Dauer des Schallereignisses ständig erneuernd aufbaut, als die entscheidende Brücke zwischen Schallempfindung und Raumform zu betrachten. Wir nennen es darum das primäre Schallfeld. Seine Struktur, dargestellt durch die Anzahl, die Intensität und den Zeitpunkt des Eintreffens der Reflexionen, ist sowohl eine Funktion der Raumform, als auch des Standortes des Hörers im Raum. Aus letzterem Grund ist es keine Raumkonstante. Seine Bedeutung wird aber nur im Lichte des physiologisch-psychologischen Hörvorganges klar. Das primäre Schallfeld ist eine geometrisch-zeichnerisch darstellbare, aber einstweilen nicht messbare Grösse. Die praktische Bedeutung seiner Entdeckung liegt darin, dass auf zeichnerischem Weg aus den Plänen eines Raumes dessen Hörsamkeit nach Intensität und Verteilung in den verschiedenen Raumzonen festgestellt werden kann. Entscheidend ist hierbei, den Weg der Reflexionen am Anfang des Reflexionsgeschehens zu verfolgen und zeichnerisch so darzustellen, dass das sogleich sehr kompliziert werdende Bild interpretierbar bleibt. Glücklicherweise deckt sich der noch überblickbare Zeitraum (höchstens 1/10 Sekunde, je nach den Dimensionen des Raumes) ungefähr mit der Integrationszeit des Ohres. Damit steht der Weg endlich offen, einem Raum schon in der Projektierungsphase eine der speziellen Zweckbestimmung entsprechende Akustik einplanen zu können.

Zur Klärung dieser grundlegenden Zusammenhänge konnte sich der Verfasser vor allem auf seine langjährige in praktischer Musikausübung systematisch gesammelte Hörerfahrung stützen. Es galt das entscheidende Bindeglied zwischen Schallempfindung und Raumform herauszukristallisieren. Angesichts des komplexen raumakustischen Geschehens können diese Ausführungen nur eine andeutende Skizze darstellen. Es soll dem Baufachmann lediglich ein allgemeiner Einblick in die neue Sicht und die für ihn wichtigen Konsequenzen gewährt werden.

Die Konsequenzen für die akustische Raumplanung

Der jahrzehntelange Streit in der Raumakustik zwischen der Auffassung, die richtige Form und die Proportionen seien die Vorbedingungen guter Ergebnisse und der neueren Ansicht, man könne irgend einer Form eines Raumes durch entsprechende Korrektur der Nachhallkurve eine gute Akustik einplanen, ist durch die dargelegten Erkenntnisse zugunsten der ersteren entschieden. Die Fehlplanungen sind dadurch entstanden, dass der Architekt im wesentlichen die Form des Raumes plante, wobei nur vage, oberflächliche reflexionsgeometrische Gesichtspunkte einbezogen wurden, und es dem Akustiker überlassen blieb, die Nachhallzeit der Zweckbestimmung des Raumes entsprechend durch Absorption auf das gewünschte Mass zu reduzieren. Man mass dabei dem Ausklingen des Nachhalles die entscheidende Bedeutung bei und liess den für den Hörvorgang ausschlaggebenden Kernpunkt des physikalischen Schallgeschehens im Raum, die Struktur des Aufbaues des Schallfeldes völlig unberücksichtigt.

Aus der Erkenntnis der Bedeutung des primären Schallfeldes ergibt sich das Grundgesetz für jede gute Akustik: *Die von jeder Schallquelle im Klangkörper ausgehende Schallenergie soll auf möglichst vielen, verschiedenen Wegen zu jedem Platz in den Zuhörerebenen gelangen.*

In einem optimal gestalteten Modell eines Opernraumes, der abgesehen von den üblichen Forderungen ausschliesslich nach raumakustischen Gesichtspunkten geplant wurde, liessen sich allein durch die Grundform verbunden mit einer geeigneten Auflockerung der wichtigen Reflexionsflächen zu jedem Zuhörerplatz durchschnittlich 60 Reflexionen in der ersten Zehntelssekunde nach dem Eintreffen des Direktschalles leiten. Je mehr Schallenergie in diesem Zeitraum des Aufbaues des Schallfeldes in die Zuhörerebenen geführt werden kann, desto kleiner ist der Energieanteil im ausklingenden Nachhall, desto grösser die Klangintensität und die Deutlichkeit einerseits, und entsprechend schwächer der kaum mehr störende Nachhall. Darin liegt die Erklärung für die Existenz sehr gut klingender, aber nachhallarmer Räume, eine Tatsache, die schon längst zu denken hätte geben sollen. Die Nachhallzeit kann darum auf keinen Fall das alleinige raumakustische Qualitätskriterium darstellen.

Welches sind nun die wichtigsten Gesichtspunkte, die bei der Planung eines Raumes für hohe raumakustische Ansprüche unbedingt beachtet werden müssen? Jede gute Akustik steht und fällt mit der notwendigen Höhe eines Raumes inbezug auf seine Breite, weil nur unter dieser Voraussetzung das richtige reflexionsgeometrische Zusammenwirken zwischen Wänden und Decke zustande kommt. Die unterste Grenze liegt bei einem Höhen-Breitenquotienten von 0,5, d.h. ein Raum beginnt gerade zu «klingen», wenn er mindestens halb so hoch ist, wie breit. Es gibt kein bestimmtes, optimales Verhältnis, wie man früher gemeint hat. Wo neben einer guten Klangintensität vorallem eine ausgesprochene Deutlichkeit erwünscht ist, wie bei Hörsälen, Theatern, aber auch bei Opernräumen und in rein musikalischer Hinsicht bei Kammermusiksälen, muss aus dem unteren Bereich das Beste herausgeholt werden. Bei den berühmten Konzertsälen für grosses Orchester liegt der Quotient im Bereich von 1, wie die folgende Zusammenstellung der drei besten Konzertsäle zeigt.

Saal	Baujahr	Höhe m	Breite m	Höhen-/Breiten-Quotient
Musikvereinssaal Wien	1870	18,5	20/14	0,9–1,3
Concertgebouw Amsterdam	1887	17,5	28/20	0,6–0,9
Symphony Hall Boston	1900	21,0	23/17	0,9–1,2

Schon die Beachtung dieses Grundgesetzes stösst auf erhebliche Schwierigkeiten. Da ist zunächst das heutige Raumempfinden, das Räume von diesen Proportionen von vorneherein ablehnt. Dann sind heute die Auflagen an Nebenräumen derart gross, dass für den Hauptraum oft gar nicht mehr genügend Platz übrigbleibt. Ein typisches Beispiel dafür stellt das neue Theater in Basel dar. Es zeigt sich auch, dass dieses Gesetz dem Fassungsvermögen eines Raumes bei höchsten akustischen Anforderungen wegen der gegebenen Schalleistungen der Musikinstrumente und der menschlichen Stimme Grenzen setzt, die bei 1500 bis 2000 Plätzen liegen dürfte. Man hat gemeint, Detailformen würden einen wesentlichen Einfluss auf die Schallverteilung im Raum ausüben. Das ist nicht der Fall. Sie sind aber entscheidend an der gegebenenfalls notwendigen Dämpfung, vor allem aber an der Klangqualität beteiligt. Doch sei mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass Fehlplanungen in der Grundform nachträglich weder durch Detailformen noch durch Material korrigiert werden können. Die Missachtung dieser Tatsache hat schon unzählige Millionen nutzlos verschlungen, wie besonders deutlich das Beispiel der Philharmonic Hall des Lincoln Centers in New York zeigt.

Für eine erfolgreiche raumakustische Planung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Akustiker erforderlich. Die heute herrschende Spezialisierung stellt gerade im ausgeprägt interdisziplinären Problemkreis der Raumakustik ein schwerwiegendes Hindernis dar. Die akustische Raumgestaltung schliesst eine Aufteilung in eine architektonische und eine raumakustische Planungsphase von vorneherein aus. Der Idealfall wäre, wenn der Akustiker architektonisch und der Architekt akustisch denken könnte, damit ein gemeinsames, simultanes Gestalten am gleichen Objekt möglich wird. Mit ein Grund für die raumakustischen Meisterleistungen früherer Zeiten ist der Umstand, dass die seinerzeitigen Baumeister die architektonischen, ästhetischen und akustischen Erfahrungen ihrer Vorgänger sich zunutze machten und die verschiedenen Funktionen in einer einzigen Person vereinigt haben.

Das Rad der Entwicklung kann und soll nicht zurückgedreht werden. Es gilt zu neuen Formen des Zusammenwirkens vorzustossen, wozu ein vermehrt ganzheitliches Denken die Voraussetzung ist. Die Zweckbestimmung des zu planenden Raumes ergibt die differenzierte Qualitätsforderung an die Raumakustik. Es ist dann die Aufgabe des Akustikers, die Richtlinien für diejenige Grundform aufzuzeigen, die die Grundlage für das zu erreichende Ziel darstellt. Er sieht sich dabei stets mit einer Vielzahl von anderen Forderungen an den Raum konfrontiert, die sehr oft den akustischen Erfordernissen zuwiderlaufen. In diesem Ansturm anderer Gesichtspunkte ist die Raumakustik in die Defensive gedrängt, vor allem deswegen, weil ihre Forderungen weder sicht- noch greifbar verständlich gemacht werden können. Der Akustiker muss darum mit der inneren Gesetzmässigkeit im raumakustischen Geschehen völlig vertraut sein, um sofort zu erkennen, wo er im einzelnen Fall nachgeben kann und wo er unter allen Umständen auf seinen Forderungen beharren muss, damit nicht, wie dies meistens geschieht, nichts mehr für den guten Ton und den schönen Klang übrigbleibt.

Die gleichen Überlegungen gelten auch bei der Festlegung der Detailformen, wobei wiederum konstruktive, ästhetische und akustische Gesichtspunkte in Einklang gebracht werden müssen. Engverbunden damit sind die Fragen über die Wahl des zu verwendenden Materials, auch wenn

dieses, entgegen der bisherigen Meinung nur von zweitrangiger Bedeutung ist. Weil es immer wieder vorkommt, dass nachträglich Entscheidungen getroffen werden, die unter Umständen die akustischen Belange ganz wesentlich tangieren, sollte der Akustiker bis zur Fertigstellung des Raumes beigezogen bleiben.

Eine Frage soll hier zum Schluss noch aufgeworfen werden. Sie betrifft Probleme, die sich bei der Ausschreibung eines Projektwettbewerbes für einen grossen Konzertsaal oder für einen Theater-/Opernraum stellen. Am Wettbewerb für das neue Zürcher Opernhaus waren rund hundert Architekten beteiligt. Prof. Dr. Fritz Winckel, Berlin, der als Akustiker Mitglied der Jury war, bestätigte, dass keines der eingereichten Projekte raumakustisch eine brauchbare Lösung dargestellt hätte. Auch wenn die akustische Qualität des bestehenden Opernhauses nicht als gut bezeichnet werden kann, wäre sie doch von keinem der Projekte nur annähernd erreicht worden. Diese Tatsache ruft nach einem neuen Überdenken des Vorgehens in einem solchen Fall, sollen die raumakustischen Belange ihre dringend notwendige Berücksichtigung erfahren.

Adresse des Verfassers: *Thomas Baer-Loy*, Schwerzenbachstrasse 6, 8600 Dübendorf.

Umschau

Pflanzen als Rohstoffquellen

(AD) Etwa 300000 Pflanzenarten wurden bisher auf der Erde identifiziert. Knapp 2000 davon gelten als Nutzpflanzen, von denen aber nur etwa 50 in grossem Umfang angebaut werden. So ist es nicht verwunderlich, wenn Forscher bisher unbeachtete Pflanzen «entdecken», welche die Nahrungsproduktion bereichern und der Industrie wertvolle Rohstoffe liefern könnten.

Spargelbohne

Dazu gehört beispielsweise die Spargelbohne (auch *Goa-Bohne* genannt, lateinische Bezeichnung *Psophocarpus Tetragonolobus)*, die in *Afrika*, *Südamerika* und *Südostasien* heimisch ist. Wie *Christine Newell* (Universität Illinois) kürzlich auf der 144. Jahrgang der AAAS (Amerikanische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften) vom 12. bis 17. Februar 1978 in Washington berichtete, enthält sie reichlich Eiweiss und Öl. Bei entsprechender Nutzung könnte sie sogar der Sojabohne Konkurrenz machen. Sie würde dann auch besondere Bedeutung für die *regenreichen Tropengebiete* erlangen, wo die Bevölkerung weitgehend auf *Yamsbohne* und *Manickwurzel* als Eiweissquellen angewiesen ist. Gegenwärtig werden Verfahren entwickelt, die einen grossflächigen Anbau der Spargelbohne und vereinfachtes Abernten der rebenähnlichen Pflanzen sowie ihre kommerzielle Verwertung ermöglichen sollen.

Keimplasma für die intensive Untersuchung von Wachstum und Nährwert steht erst seit 1973 zur Verfügung. In der Zwischenzeit wurden ausser in den Vereinigten Staaten in Australien, Neuguinea, Bangladesch, Indien, Indonesien, Malaysia, Sri Lanka, Thailand, auf den Philippinen, in Kolumbien, Nigeria und Ghana Forschungsprogramme in Angriff genommen. In enger Zusammenarbeit mit zwei amerikanischen Stiftungen richtet z.Zt. die *Universität Florida* ein Grossprojekt für Anbau, Absatz und Verteilung von zwei Zuchtlinien der Spargelbohne ein, wofür in Kürze Saatgut in ausreichender Menge zur Verfügung stehen wird.

Die Bohne wächst rasch und trägt reichlich. Ihre grünen Schoten, die Blätter, die Kerne und die Wurzeln sind reich an Eiweiss und Vitaminen. Selbst ihre Blüten, Stengel und Schösslinge sind geniessbar. In der *Volksmedizin* dient die Pflanze als *wirksames Mittel zur Behandlung von Augen- und Ohrinfektionen*. Aber trotz all dieser Qualitäten wurde sie bisher nur in Papua-Neuguinea und in Südostasien genutzt. Pflanzenbiologen bemühen sich jetzt darum, Varianten mit speziellen, verbesserten Merkmalen zu züchten.

Bohnenfrüchte des Jajoba-Strauches

Für die *industrielle Verwertung* sind die Bohnenfrüchte des Jajoba-Strauches *(«Simmondsia Californica»,* gelegentlich auch als Jojoba-Strauch bezeichnet) interessant, der im *Südwesten der USA* und in *Mexiko* heimisch ist. Die Sträucher und niedrigen Bäume wachsen auf leicht alkalischen Böden an zerklüfteten Abhängen in der *Sonora-Wüste* in *Arizona* und in *Südkalifornien*. Am besten gedeiht die Pflanze in Regionen, wo jährlich etwa 38–45 cm Regen fallen. Sie verträgt starke Temperaturschwankungen (zwischen minus fünf und plus 42 Grad Celcius) im Tag- und Nacht-Rhythmus oder im Wechsel der Jahreszeiten.

Die Forschung befasst sich erst seit sechs Jahren mit ihr. Wie *Lemoyene Hogan* von der *Universität Arizona* auf der AAAS-Tagung erklärte, könnte die Jajoba-Bohne wegen ihres Gehalts an *Palmitinsäurecetylester* ($C_{15}H_{31}COO\text{-}C_{16}H_{33}$, eine Verbindung mit Cetylalkohol) *Ersatz für Walrat bzw. Walöl* bieten. Dieses ungesättigte Wachs, aus den Kopfhöhlen des Pottwals gewonnen, ist ein wertvoller *Rohstoff für die Herstellung von Hochdruck-Schmiermitteln, Poliermitteln, pharmazeutischen und kosmetischen Präparaten* sowie für Produkte, die von der *Textil- und Lederindustrie* benötigt werden. Weil aber der Pottwal zu den gefährdeten und somit schutzbedürftigen Tierarten zählt, wird Walöl bald nicht mehr zu beschaffen sein. In Mexiko und in den Vereinigten Staaten wurden im vergangenen Jahr (1977) bereits 45,4 Tonnen Jajoba-Öl produziert. Inzwischen haben Wissenschaftler der *Universität Kalifornien* in *Riverside*, ferner in der mexikanischen *Provinz Sonora* und an der *Ben-Gurion-Universität* (Israel) Forschungsprojekte mit Jajoba-Pflanzen aufgenommen.

Guayule-Strauch, Quelle für Naturkautschuk

Als «Industriepflanzen» ist möglicherweise auch der Guayule-Strauch *(Parthenium Argentatum)* im Kommen, der, ähnlich wie der brasilianische «Gummibaum» *(Hevea Brasiliensis)* Kautschukmilch liefert. *Noel Vietmeyer* von der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften (NAS) berichtete über die Ergebnisse einer 18monatigen Studie, die zeigte, dass die Spezies angesichts ihrer Eigenschaften und Rohstoffkapazität gut verwertbar wäre. In grossen Kulturen angelegt, könnten die Pflanzen maschinell bearbeitet werden.

Guayule-Sträucher sind Wildgewächse im Staat *Texas* und im angrenzenden *Mexiko*. In der mexikanischen *Chihuahua-Wüste* und in anderen Nordprovinzen Mexikos fanden Regierungsbeamte dichtbestandene Flächen, die insgesamt etwa 1 Million Hektar ausmachen. Obgleich es sich nach Vietmeyer um eine echte Wüstenpflanze handelt, sei der Bewuchs so gut, dass die Flächen als kommerziell attraktive «Latex-Felder» betrachtet werden könnten. Auch wenn monatelang oder gelegentlich sogar jahrelang kein Regen fällt, leiden die Pflanzen nicht unter Trockenheit. Gibt es Wasser, werden Blätter, Stämme, Blüten und Wurzeln weiter ausgebildet. Ist es aber trocken und kühl, schaltet die «innere Chemiefabrik» auf *Latex* um. Dann können Stämme und Wurzeln der Sträucher bis zu einem Viertel ihres Gewichts aus Kautschukmilch bestehen. Schon während des Krieges waren vereinzelt Experimente mit Guayule-Pflanzen als Quelle für Naturkautschuk unternommen, später aber nicht weitergeführt worden, weil zu jener Zeit Naturkautschuk vom brasilianischen Gummibaum *(Hevea)* billiger war.

In den letzten 25–30 Jahren hatte man sich daran gewöhnt, dass vor allem in der chemischen Industrie pflanzliche Rohstoffe immer mehr durch Erdöl und Erdölprodukte verdrängt wurden. Die einschneidenden Ölpreiserhöhungen seit 1973 scheinen jedoch mancherorts Unternehmer zu veranlassen, sich erneut auf pflanzliche Rohstoffe zu besinnen, deren kommerzielles Potential sicherlich noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Vielseitigkeit der Sojabohne

Ein Schulbeispiel für die Vielseitigkeit einer Pflanze, die über Jahrtausende nur im Fernen Osten bekannt war, ist die *Sojabohne*. Amerikanische Seeleute brachten im vorigen Jahrhundert erstmals Sojasamen mit. Was die bescheidenen Kulturen ergaben, wurde an Schweine verfüttert. Um die Jahrhundertwende begannen sich landwirtschaftliche Versuchsstationen mit der Sojabohne und